

## PERANCANGAN *REVERSE FLOW PORTABLE FILTER* PADA AKUARIUM

Agus<sup>1</sup>, Agus Umar Ryadin<sup>2</sup>, Andi Masakim<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik  
Universitas Riau Kepulauan Batam  
Email: [agusumar@ft.unrika.ac.id](mailto:agusumar@ft.unrika.ac.id)

### Abstrak

Perancangan ini bertujuan untuk membuat filter akuarium yang mudah perawatan dengan konsep aliran terbalik, dimana proses penyaringan mengalir dari bawah ke atas berlawanan dengan gravitasi. Jadi kotoran akan mengendap di dasar wadah filter, dan kotoran pada media filter akan berkurang (usia pemakaian bertambah), maka perawatan atau pembersihan menjadi mudah dan selang waktu perawatan rutin bertambah.

Penelitian yang dilakukan adalah mengamati hasil penyaringan, apakah kotoran yang tersaring sesuai rencana dan menganalisa persentase penurunan debit aliran filtrasi dengan aliran melawan gravitasi. Data hasil pengujian ini diperoleh dengan cara menghitung dan membandingkan jumlah debit air pada output filter tanpa media dan output filter dengan media filter.

Hasil dari penyaringan air selama 2 jam di sebuah akuarium, terdapat sebagian kotoran mengendap pada dasar wadah filter dan terbukti konsep filter aliran terbalik berfungsi sesuai rencana. Dari 3 kali hasil pengambilan data, aliran filter tanpa media didapatkan debit aliran rata-rata 540 l/h dan aliran filter dengan media didapatkan debit aliran rata-rata 490 l/h. terjadi penurunan 9% pada debit filter aliran terbalik.

**Kata kunci:** filter aliran terbalik, debit aliran, akuarium, media, kotoran

### Abstract

*The design intent to make a low maintenance aquarium filter with the reverse flow concept, where the filtration process flows from bottom to top against the gravity. So the dirt will settle in the bottom of the filter container, and the impurities on the filter media will decrease (the increases of filter media lifespan), the maintenance or cleaning becomes easy and the increase of range on regular maintenance.*

*The research is to observe the results of filtration, whether the filtrate is filter according to plan and analyze the percentage of flow rate reduction when filtration flow against gravity. The result of the test base on the calculation and comparison between the filter output without the media and filter output with media.*

*The result of water filtering for 2 hours in an aquarium, there is some dirt settles down on the bottom of the filter container and proved the concept of reverse flow filter works according to plan. Results from 3 times of data obtained, the filter flow without media got the average flow rate of 540 l/h and the filter flow with the media got an average flow rate of 490 l/h. There are 9% decrease in the reverse flow filter discharge.*

**Keywords:** reverse flow filter, flow rate, aquarium, media, dirt

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Pada era globalisasi sekarang ini yang banyak terjadi *global warming* pada belahan dunia, kebutuhan akan air merupakan kebutuhan yang sangat penting maka dari itu penulis ingin merancang sebuah filter yang memadai agar dapat menghemat pemakaian air pada akuarium bagi penghobi ikan hias.

Peminat atau penghobi ikan hias berkembang dengan cukup pesat pada era sekarang ini yang dapat dilihat dari berbagai organisasi ikan hias baik di Indonesia maupun di luar negeri. Beberapa alasan mengapa banyak penghobi baru yang muncul ialah keinginan memiliki ruangan yang nyaman untuk beristirahat serta menghalau kebosanan. Suasana ruangan yang nyaman adalah idaman setiap orang, dengan menempatkan akuarium yang berisi ikan hias pada suatu ruangan dapat mempercantik ruangan tersebut dan juga dapat mengurangi ketegangan bagi pemilik (terutama penghobi ikan hias) bahkan juga berpengaruh bagi setiap orang yang memandangnya.

Banyak diantaranya yang suka memelihara ikan tetapi mengalami kesulitan karena pada kenyataannya memelihara ikan tidak mudah. Ada banyak kendala yang akan dihadapi karena untuk memelihara ikan dibutuhkan perawatan yang intensif seperti kebersihan air yang harus selalu terjaga karena air merupakan kebutuhan pokok dalam pemeliharaan ikan, dan juga kerutinan untuk memberi makanan ikan dan lain sebagainya.

Banyak penghobi ikan mengalami kesulitan lebih ketika melakukan proses penggantian air, menguras dan membersihkan akuarium. Sebab selain menghabiskan banyak waktu, juga ada faktor kemalasan karena aktifitas tersebut sangat merepotkan, terutama bagi penghobi yang cukup sibuk sehingga tidak punya banyak waktu luang untuk melakukan aktifitas tersebut. Untuk itu dibutuhkan filter air yang memadai agar proses penggantian air dapat diminimalkan.

Pemakaian filter pada akuarium sebagai pembatas atau penyaring air sudah menjadi suatu kebutuhan pokok, filter pada

umumnya bertujuan untuk menyaring air yang kotor akibat kotoran ikan dan sisa-sisa makanan yang diberikan pada ikan serta memberikan oksigen agar ikan dapat hidup lebih sehat.

Kebanyakan penghobi harus membersihkan filter mereka minimal dua minggu sekali, dan harus mengganti *sponges* (busa) di dalamnya sebulan sekali karena busa penyaring cepat kotor. Periode yang dibutuhkan untuk melakukan *maintenance* pada filter terbilang cukup merepotkan bagi mereka yang sibuk bekerja dan harus melakukan aktifitas lainnya. Masalah lain timbul saat akuarium yang telah dipasangkan filter tetap kotor sehingga air menjadi tidak sehat untuk ikan (kandungan ammonia terlalu banyak). Hal seperti ini sering kali terjadi karena filter penyaring tidak dapat menjangkau kotoran-kotoran yang tersebar di berbagai tempat di dalam akuarium.

Perkembangan teknologi yang sedemikian pesat menyebabkan persaingan menjadi semakin ketat, begitu pula yang terjadi pada bisnis filter akuarium. Terdapat banyak sekali jenis dan ukuran filter air akuarium pada pasaran tetapi proses saringnya hampir sama dan cepat kotor (perlu sering melakukan perawatan). Perawatan filter sangat dibutuhkan dan juga cukup merepotkan yaitu seperti penggantian media filter, pembersihan wadah filter, selang filter, busa penyaring, dan lain sebagainya.

Pada perawatan sebuah akuarium, baik untuk pemeliharaan ikan ataupun *aquascape* (tanaman air), yang paling penting adalah kualitas airnya dan kualitas air tergantung pada filter yang digunakan. Untuk menjaga kualitas air, pemilihan jenis dan ukuran filter sangatlah mempengaruhi untuk mendapatkan hasil yang optimal. Tetapi pada umumnya penghobi sering terjadi kelalaian pada perawatan filter maka untuk mengatasi hal tersebut, penulis akan merancang jenis filter yang lebih efektif dan minim perawatan untuk memudahkan perawatan filter.

Untuk itu dalam penelitian ini akan dirancang *reverse flow filter* yang diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan di atas, sehingga tidak terlalu banyak menyita waktu dan proses pembersihan lebih mudah serta menghemat pemakaian air. Tentunya filter ini

juga memiliki periode atau siklus kebersihan yang lebih lama daripada filter biasa untuk dapat meringankan aktifitas pemeliharaan ikan dalam akuarium.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Filtrasi

Definisi dari filtrasi adalah suatu proses pembersihan partikel padat dari suatu fluida dengan melewatkannya pada medium penyaringan, atau septum, yang di atasnya padatan akan terendapkan. Proses filtrasi merupakan proses pengolahan dengan cara mengalirkan air kotor/ air limbah melewati suatu media filter yang disusun dari bahan-bahan butiran dengan diameter dan tebal tertentu. Proses ini ditujukan untuk menghilangkan bahan-bahan terlarut dan tak terlarut (*biological floc* yang masih tersisa setelah pengolahan secara biologis).

Biasanya filtrasi dipakai untuk menghilangkan residu gumpalan biologis, yang masih ada dalam effluent pengolahan sekunder, sebelum *effluent* ini dibuang kedalam badan air penerimaan diluar IPA (instalasi pengolahan air). Selain itu, filtrasi juga digunakan untuk menghilangkan residu garam metal yang diendapkan, atau endapan kapur dari *phospat*, dan dipakai juga sebagai pra-pengolahan sebelum air limbah ini dialirkan kedalam karbon aktif. Pada penggunaan yang lebih luas, filtrasi dapat memperbaiki kualitas pengolahan, sebelum air *effluent* dipakai untuk air bersih, menyirami tanaman, taman kota atau kolam pemandian.

### B. Pompa

Pompa adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus-menerus.

### C. Head Pompa

*Head* pompa adalah energi per satuan berat yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang direncanakan sesuai dengan kondisi instalasi pompa, atau tekanan untuk mengalirkan sejumlah zat cair, yang umumnya dinyatakan dalam satuan panjang.

Menurut persamaan Bernauli, ada tiga macam *Head* (energi) fluida dari sistem instalasi aliran, yaitu, energi tekanan, energi kinetik dan energi potensial

Hal ini dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$H = \frac{P}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + Z$$

Dimana:

- H : *Head* total (m)
- P : tekanan statis (kgf/m<sup>2</sup>)
- $\gamma$  : berat jenis fluida (kgf/m<sup>3</sup>)
- v : kecepatan rata-rata (m/s)
- g : percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)
- Z : ketinggian fluida (m)

### D. Head Tekanan

*Head* tekanan adalah perbedaan *Head* tekanan yang bekerja pada permukaan zat cair pada sisi tekan dengan *Head* tekanan yang bekerja pada permukaan zat cair pada sisi isap.

*Head* tekanan dapat dinyatakan dengan rumus :

$$\frac{P}{\gamma} = \frac{Pd}{\gamma} - \frac{Ps}{\gamma} \dots \dots \dots$$

Dimana:

- $\frac{P}{\gamma}$  : *Head* tekanan
- $\frac{Pd}{\gamma}$  : *Head* tekanan pada permukaan zat cair pada sisi tekan
- $\frac{Ps}{\gamma}$  : *Head* tekanan pada permukaan zat cair pada sisi isap

### E. Head Kecepatan

*Head* kecepatan adalah perbedaan antar *Head* kecepatan zat cair pada saluran tekan dengan *Head* kecepatan zat cair pada saluran isap.

*Head* kecepatan dapat dinyatakan dengan rumus :

$$hk = \frac{Vd^2}{2.g} - \frac{Vs^2}{2.g}$$

dimana:

$hk$  : *Head* kecepatan

$\frac{Vd^2}{2.g}$  : Kecepatan zat cair pada saluran tekan

$\frac{Vs^2}{2.g}$  : Kecepatan zat cair pada saluran isap

$g$  : Percepatan gravitasi

### F. Head Statis Total

*Head* statis total adalah perbedaan tinggi antara permukaan zat cair pada sisi tekan dengan permukaan zat cair pada sisi isap.

*Head* statis total dapat dinyatakan dengan rumus :

$$Z = Z_d - Z_s$$

Dimana :

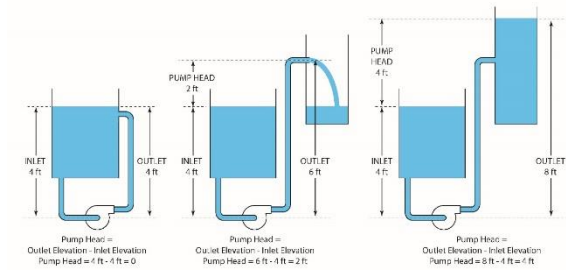
$Z$  : *Head* statis total

$Z_d$  : *Head* statis pada sisi tekan

$Z_s$  : *Head* statis pada sisi isap

Tanda + : Jika permukaan zat cair pada sisi isap lebih rendah dari sumbu pompa (*Suction lift*).

Tanda - : Jika permukaan zat cair pada sisi isap lebih tinggi dari sumbu pompa (*Suction Head*).



Gambar 1 *Head* statis pompa

*Head* pompa adalah energi yang diberikan kedalam fluida dalam bentuk tinggi tekan. Dimana tinggi tekan merupakan ketinggian fluida harus naik untuk memperoleh jumlah energi yang sama dengan yang dikandung satu satuan bobot fluida pada kondisi yang sama. Untuk lebih jelasnya perhitungan dari *Head* pompa.

Untuk operasional pompa sentrifugal tanpa kavitasi, tinggi isap ditambah dengan semua kehilangan lainnya harus lebih kecil dari tekanan atmosfer teoritis.

$$H_s = H_a - H_f - e_s - NPSH - F_s$$

$H_s$  : maksimum tinggi isap atau jarak dari pusat pompa ke muka air (m)

$H_a$  : tekanan atmosfer pada permukaan air (m atau 10,33 m pada permukaan laut)

$H_f$  : kehilangan karena gesekan pada saringan, pipa, sambungan, dan klep pada pipa isap (m)

$e_s$  : tekanan uap air jenuh (m)

$NPSH$  : *net positive suction head* pompa termasuk kehilangan di *impeller* dan *velocity Head* (m)

$F_s$  : factor pengaman biasanya diambil sekitar 0,6 m koreksi  $H_a$  untuk ketinggian tempat adalah sekitar 0,36 m per 300 m tinggi tempat.

Tabel 1 Tabel hubungan antara suhu dengan tekanan uap air

Suhu (°C)	Tekanan uap air (m kolom air)
10	0,12
15	0,17
20	0,24
30	0,43
40	0,77
50	1,26
90	7,3
100	10,33

Tabel 2 Tabel hubungan antara ketinggian tempat dengan tekanan atmosfer

Ketinggian diatas muka laut (mdpl)	Tekanan atmosfer (m kolom air)
0	10,33
250	10,00
500	9,75
1000	9,20
1500	8,60
2000	8,10

$$Re = \frac{vD}{\nu}$$

Dimana:

- Re = bilangan Reynolds
- v = kecepatan rata-rata aliran di dalam pipa (m/s)
- D = diameter dalam pipa (m)
- $\nu$  = viskositas kinematik cairan (m<sup>2</sup>/s)

### G. Kerugian Tinggi-Tekan (*Head Losses*)

Kerugian tinggi-tekan terdiri atas kerugian tinggi tekan mayor dan minor, atau *Head losses* mayor dan *Head losses* minor. *Head losses* mayor disebabkan karena kerugian gesek di dalam pipa-pipa, dan *Head losses* minor disebabkan karena kerugian di dalam belokan-belokan, *reducer*, katup-katup, dan sebagainya (Sularso dan Tahara, 2006). Berikut ini penjelasan singkat tentang keduanya:

#### 1. *Head losses* mayor

Untuk menghitung kerugian gesek antara dinding pipa dengan aliran fluida tanpa adanya perubahan luas penampang di dalam pipa dapat dipakai rumus Darcy yang secara matematis ditulis sebagai berikut:

$$h_f = f \frac{L v^2}{D 2g}$$

Dimana :

- H<sub>f</sub> = *Head loss* mayor (m)
- f = koefisien gesekan
- l = panjang pipa (m)
- d = diameter dalam pipa (m)
- v = kecepatan aliran dalam pipa (m/s)
- g = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

Untuk aliran *laminer* dan turbulen terdapat rumus yang berbeda. Sebagai patokan apakah suatu aliran itu *laminer* atau turbulen, dipakai bilangan Reynolds:

- untuk  $Re < 2300$ , aliran bersifat *laminer*
- untuk  $2300 < Re < 4000$ , aliran bersifat *transisi*
- untuk  $Re > 4000$ , aliran bersifat *turbulen*

a. Aliran *laminer*.

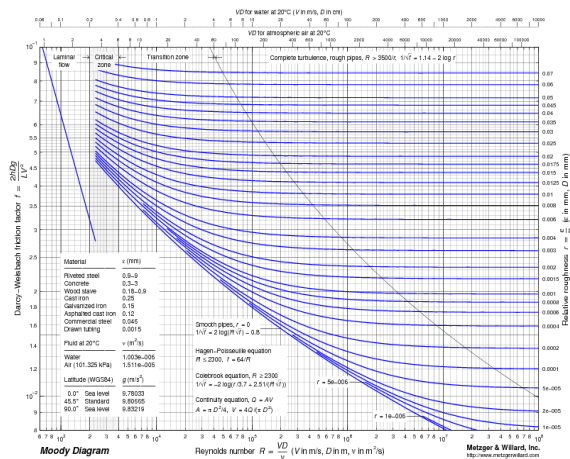
$$f = \frac{64}{Re}$$

b. Aliran turbulen

Untuk menghitung koefisien gesek **f** dapat dihitung dengan menggunakan rumus Darcy. Untuk mengetahui nilai **f** harus diketahui kekasaran pipa ( $\epsilon$ ) dan diameter pipa (**d**). Haaland memberikan suatu formula yang menyempurnakan persamaan yang ditemukan oleh Colebrook untuk menentukan nilai **f** :

$$\frac{1}{f^{1/2}} \approx -1,8 \log \left[ \frac{6,9}{Re_d} + \left( \frac{\epsilon/d}{3,7} \right)^{1,11} \right]$$

Persamaan di atas oleh Moody pada tahun 1944 digrafikkan yang terkenal dengan nama diagram Moody untuk gesekan pipa. Dengan diagram inilah dapat diketahui nilai koefisien gesekan pipa (Incropera dan Witt, 1985).



Gambar 2 Diagram Moody

## 2. Head losses minor

Secara umum *head losses* minor dinyatakan dengan rumus:

$$h_{lf} = n \cdot K \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Dimana:

$h_{lf}$  = *Head loss* minor

$n$  = Jumlah fitting/ *valve* untuk diameter yang sama

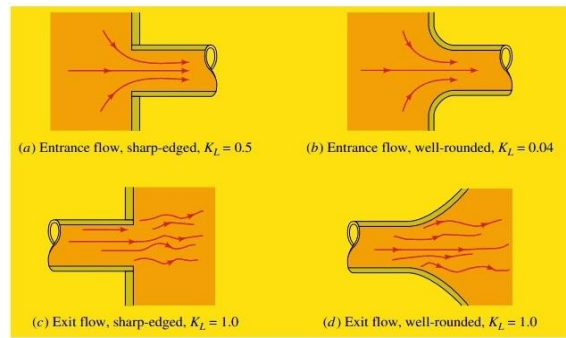
$k$  = koefisien

kesistansi *valve* atau fitting berdasarkan bentuk dan ukuran.

$v$  = kecepatan rata-rata aliran dalam pipa (m/s)

$g$  = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

Banyak sistem pipa mengandung berbagai bagian transisi dimana diameter pipa berubah dari satu ukuran ke ukuran lainnya. Setiap perubahan pada area aliran memberikan kontribusi kerugian yang tidak diperhitungkan oleh faktor gesekan. Kasus ekstrim melibatkan aliran ke pipa dari reservoir (masuk) atau keluar dari pipa ke reservoir (keluar).



Gambar 3 *Losses* koefisien pada aliran masuk/keluar

Component	$K_L$
a. Elbows	
Regular 90°, flanged	0.3
Regular 90°, threaded	1.5
Long radius 90°, flanged	0.2
Long radius 90°, threaded	0.7
Long radius 45°, flanged	0.2
Regular 45°, threaded	0.4
b. 180° return bends	
180° return bend, flanged	0.2
180° return bend, threaded	1.5
c. Tees	
Line flow, flanged	0.2
Line flow, threaded	0.9
Branch flow, flanged	1.0
Branch flow, threaded	2.0
d. Union, threaded	0.08
e. Valves	
Globe, fully open	10
Angle, fully open	2
Gate, fully open	0.15
Ball valve, fully open	0.05

Gambar 4 *Losses* koefisien pada sambungan pipa

## 3. Head losses Total

Secara umum *head losses* total dinyatakan dengan rumus:

$$h_l = h_f + h_{lf}$$

Dimana:

$h_l$  = *Head loss* total

$h_f$  = *Head loss* mayor

$h_{lf}$  = *Head loss* minor

## III. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan suatu tahapan atau proses yang ditetapkan dalam melakukan penelitian untuk mendapatkan data yang diperlukan, yang nantinya data tersebut berguna untuk melakukan penyelesaian masalah yang ada. Dengan adanya metodologi penelitian

diharapkan penelitian yang dilakukan lebih terstruktur agar lebih mudah menganalisa permasalahan yang ada.

### A. Alat dan Bahan

#### 1. Alat

Alat pendukung yang digunakan untuk perancangan filter antara lain:

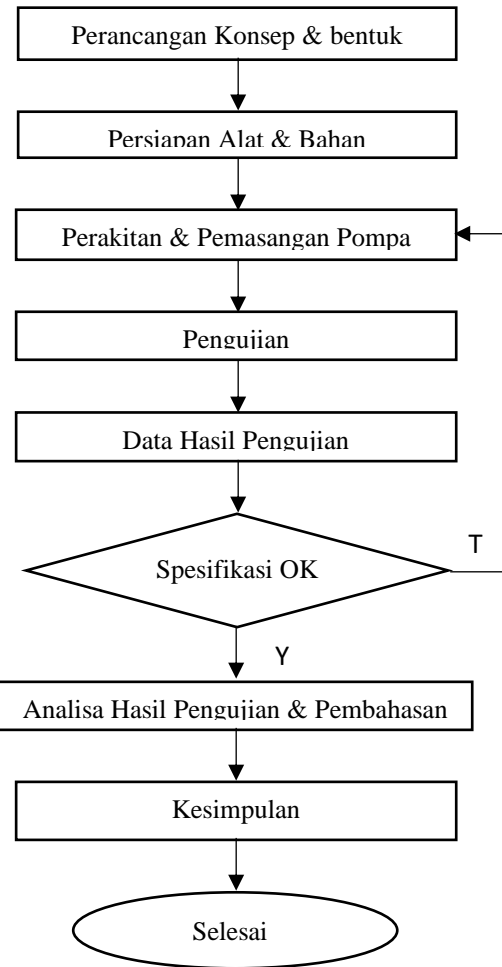
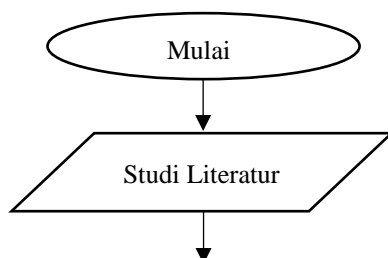
1. Mesin Bor
2. Colokan listrik dan kabel
3. Gergaji
4. Pisau cutter
5. Kertas amplas
6. Kertas dan Pena

#### 2. Bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan:

1. Paralon PVC 4” secukupnya
2. 1 buah dop PVC 4”
3. 2 buah clean out/ tutup septic PVC tank 4”
4. 1 socket PVC 4”
5. Paralon PVC ½” secukupnya
6. 6 buah elbow PVC ½”
7. 2 buah union coupling PVC ½”
8. 4 buah ball valve PVC ½”
9. 1 buah socket tee PVC ½”
10. 1 buah dop PVC ½”
11. 1 buah socket male x hose nipple ½”
12. Seal tape
13. Lem pipa
14. Lem Alteco
15. Lem Dextone
16. Pompa Atman A-103 (kapasitas 1250 l/jam)
17. Media filter : ceramic ring, carbon *active* dan *sponge*

### B. Alur Perancangan



Gambar 5 Alur Perancangan

### C. Pengujian dan Pengambilan data

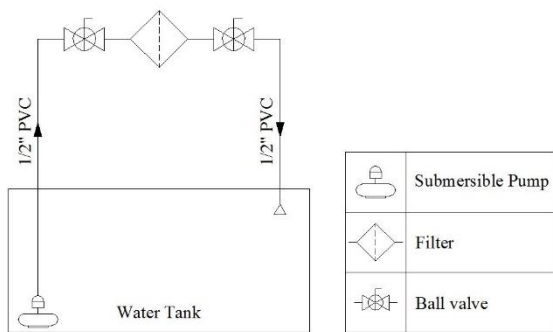
Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan pengujian untuk pengambilan data:

- a. Mempersiapkan wadah kosong yang berukuran besar dan *stop watch*.
- b. Hidupkan pompa (pompa di uji tanpa melalui filter), dan hitung debit air yang berjalan dalam 1 menit, liter/menit. Tahap tersebut untuk mengetahui kapasitas pompa dan di bandingkan dengan spesifikasi pompa.
- c. Hubungkan pompa dengan filter, lalu hidupkan dan hitung debit air yang berjalan dalam 1 menit, liter/menit. Untuk mengetahui kapasitas pompa setelah terhubung dengan filter. Untuk mengetahui *losses* yang terjadi.

#### IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

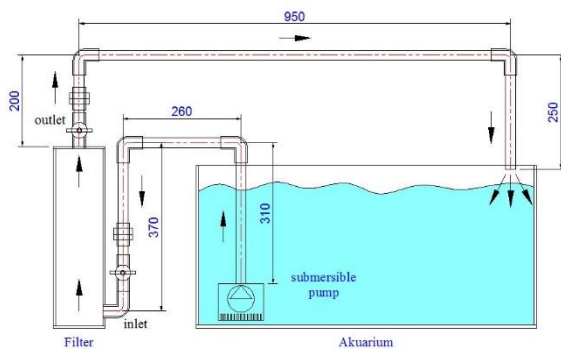
##### A. Sistem Pemipaan Pada Filter

Piping atau pipa adalah benda yang digunakan untuk mengalirkan berbagai jenis fluida. Lebih detail lagi, piping atau pipa adalah suatu sistem yang terintegrasi dari satu dengan yang lainnya, dan difungsikan untuk mentransportasikan fluida dari lokasi satu dengan lokasi lainnya. Dalam dunia *engineering*, pipa merupakan disiplin tersendiri sehingga diperoleh disain yang baik, material yang tepat serta fleksibilitas yang cukup.



Gambar 6 Sketsa Sistem Diagram

Dari diagram tersebut bisa dilihat, pompa celup memompakan air dari tangki, dan melewati filter, sebelum dan sesudah filter di pasang keran.



Gambar 7 Sketsa Pemipaan filter pada akuarium

##### B. Perakitan dan pemasangan Filter

Setelah semua bahan dan alat tersedia, mulailah merakit filter dan pemipannya.

1. Potonglah paralon 4 inchi sesuai ukuran wadah filter yang di perlukan. Wadah filter 35cm, di kurangi bagian *socket* dan dop, jadi paralon 4 inchi di potong dengan ukuran 25cm.
2. Dop PVC 4” dan tutup *septic* PVC 4” di lubangin dengan Bor. Dengan diameter lubang 29mm sesuai diameter luar socket pipa 1/2”.
3. Dop PVC 4” di sambungkan dengan paralon 4”, lalu di sambungkan lagi ke Socket 4”, karena tutup septic nya berjenis slip on, jadi tidak bisa langsung disambungkan ke paralon 4”. Maka Paralon 4” harus disambungkan ke socket, baru sambung ke tutup septic. Sambungan tersebut menggunakan lem pipa yang secukupnya. Dan tunggulah hingga mengering.
4. Pasang socket elbow 1/2” pada bagian dop PVC 4” yang sudah di lubangin. Lalu di lem dengan lem silicon bakar.
5. Pasanglah Ball valve 1/2” pada bagian tutup septic PVC 4” yang sudah di lubangin, lalu di lem dengan lem silicon bakar.
6. Sambunglah paralon 1/2” sesuai jalur pemipaan seperti gambar 4.2. dan setiap sambungan di lem dengan lem pipa.
7. Pasang pompa pada rangkaian pipa.



Gambar 8 Bahan-bahan perakitan filter





Gambar 9 Paralon PVC 4" sambung *socket*

Gambar 11 Tutup *septic* PVC 4" terpasang dengan *socket* dan *ball valve*



Gambar 12 Penahan media filter



Gambar 10 Dop pipa PVC 4" terpasang dengan *socket elbow*



Gambar 13 Media filter busa





Gambar 14 Pompa Dolphin P-708



Gambar 15 Filter set



Gambar 16 Filter set dan rangkaian pipa

### C. Pengujian

Pengujian bisa di lakukan sesuai langkah-langkah yang di jelaskan pada Bab 3. Pengujian untuk mendapatkan kapasitas debit air filter.



Gambar 17 Uji filter

### D. Data hasil pengujian

Pada pengujian *head* pompa aktual, *head* pompa di dapat dengan total *head* 1,4m

Pada pengujian 1

Air pada *styrofoam* memiliki tinggi 135mm, dan rangkaian ujung pipa di buat ketinggian 98cm = 980mm.

jadi hasil pengujian 1, *head* total yang di dapat adalah  $980-135= 845\text{mm}$ .

Pada pengujian 2

Air pada *styrofoam* memiliki tinggi 135mm, dan rangkaian ujung pipa di buat ketinggian 107cm = 1070mm.

jadi hasil pengujian 2, *head* total yang di dapat adalah  $1070-135= 935\text{mm}$ .

Tabel 3 Data hasil pengujian

Uji	Head Pompa (m)	Debit air filter tanpa media (l/h)	Debit air filter dengan media (l/h)	Persentase penurunan (%)
1	0.845	540	490.3	9.26 %
2	0.935	540.5	490.3	9.29 %
3	0.935	540.2	490.1	9.27 %
<b>rata-rata</b>	<b>0.905</b>	<b>540.23</b>	<b>490.23</b>	<b>9.26 %</b>

### E. Analisa hasil pengujian

Dari gambar 4.2, bisa dilihat panjang pipa dan jumlah komponen yang terpasang pada system. Maka dari itu bisa di hitung *head losses* dengan ukuran pipa pada gambar 4.2.

Dari gambar pemipaan pada filter akuarium, bisa diketahui panjang dan Diameter pipa dan *head* pompa yang digunakan.

- L1 (Panjang pipa ½") = 2340mm
- L2 (Panjang pipa 4") = 400mm
- D1 (Diameter dalam pipa) = 19mm = 0.019m
- D2 (Diameter dalam pipa) = 106mm = 0.106m
- H (Head Pompa) = 1.6 m
- Q (Aliran debit air) = 1.25 m<sup>3</sup>/h
- v (Viskositas kinematic cairan) = 1 x 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s
- g (percepatan gravitasi) = 10m/s<sup>2</sup>

#### 1. Head Losses Mayor pada rangkaian pipa

Untuk mencari *head loss* mayor, perlu diketahui kecepatan aliran dalam pipa (*v*) dan nilai koefisien gesek (*f*), untuk mencari nilai (*f*) perlu diketahui bilangan Reynolds.

*Head losses* mayor pipa ½ inchi.

untuk mengetahui *v* (kecepatan aliran dalam pipa) bisa dihitung dengan rumus:

$$Q = v \cdot A \text{ jadi } v = Q / A$$

Untuk mengetahui **A** (luas area pipa)  $A = \pi \cdot r^2$

$$A = 3.14 \times 0.0095^2$$

$$A = 0.000284 \text{ m}^2$$

$$v = Q/A$$

$$v = \frac{1.25 \text{ m}^3/h}{0.000284 \text{ m}^2}$$

$$v = 4408.7 \text{ m/h}$$

$$v = 1.22 \text{ m/s}$$

Setelah mengetahui kecepatan aliran debit air, maka hitunglah bilangan Reynolds untuk mendapatkan koefisien gesekan air.

$$Re = \frac{v D}{\nu}$$

$$Re = \frac{1.22 \times 0.019}{0.000001}$$

$$Re = 23268$$

Setelah mengetahui nilai bilangan Reynolds, lihat tabel Moody pada gambar 2.8 untuk mendapatkan nilai koefisien gesekan pada grafik kekasaran relative halus ( $r=0$ ).

Maka **f = 0.025**

Jadi mayor *loss* pada rangkaian filter tersebut adalah:

$$hf1 = f \frac{L \cdot v^2}{D2g}$$

$$hf1 = 0.025 \frac{2.34 \times 1.22^2}{0.019 \times 2 \times 10}$$

$$hf1 = 0.025 \frac{3.483}{0.38}$$

$$hf1 = 0.229m$$

Jadi *head loss* mayor pada pipa ½ inchi adalah = **0.229m**



Head losses mayor pipa 4 inchi.

Untuk mengetahui  $v$  (kecepatan aliran dalam pipa) bisa dihitung dengan rumus:

$$Q = v \cdot A \text{ jadi } v = Q / A$$

Untuk mengetahui  $A$  (luas area pipa)  $A = \pi \cdot r^2$

$$A = 3.14 \times 0.053^2$$

$$A = 0.008825 \text{ m}^2$$

$$v = Q/A$$

$$v = \frac{1.25 \text{ m}^3/h}{0.008825 \text{ m}^2}$$

$$v = 141.6473 \text{ m/h}$$

$$v = 0.039 \text{ m/s}$$

Setelah mengetahui kecepatan aliran debit air, maka hitunglah bilangan Reynolds untuk mendapatkan koefisien gesekan air.

$$Re = \frac{v D}{\nu}$$

$$Re = \frac{0.039 \times 0.106}{0.000001}$$

$$Re = 4170$$

Setelah mengetahui nilai bilangan Reynolds, lihat tabel Moody pada gambar 2.8 untuk mendapatkan nilai koefisien gesekan pada grafik kekasaran relative halus ( $r=0$ ).

Maka  $f = 0.04$

Jadi mayor loss pada rangkaian filter tersebut adalah:

$$hf_2 = f \frac{L \cdot v^2}{D 2g}$$

$$hf_2 = 0.04 \frac{0.4 \times 0.039^2}{0.106 \times 2 \times 10}$$

$$hf_2 = 0.04 \frac{0.00061}{2.12}$$

$$hf_2 = 0.000011 \text{ m}$$

Jadi head loss mayor pada pipa 4 inchi adalah = **0.000011 m  $\approx$  0 m**

## 2. Head Losses Minor

Untuk perhitungan head losses minor terdapat beberapa bagian;

1. Head losses pada komponen sambungan elbow 90°. Nilai losses koefisien lihat gambar 2.10. yaitu 0.3 pada elbow regular 90°.
2. Head losses pada komponen ball valve. Nilai losses koefisien lihat gambar 2.10. yaitu 0.05 ball valve fully open.
3. Head losses pada komponen Union coupling. Nilai losses koefisien lihat gambar 2.10. yaitu 0.08 union threaded.
4. Head losses pada aliran masuk (entrance) ke tabung filter. Nilai koefisien lihat gambar 2.9 yaitu 0.5 pada entrance flow sharp edge.
5. Head losses pada aliran keluar (exit) dari tabung filter. Nilai koefisien lihat gambar 2.9 yaitu 1 pada exit flow sharp edge.

Jadi perhitungan untuk losses masing-masing komponen adalah:

1. Head losses minor pada elbow 90° (5 pcs):

$$h = nK \frac{v^2}{2g}$$

$$h = 5 \times 0.3 \frac{1.22^2}{2 \times 10}$$

$$h = 1.5 \frac{1.488}{20}$$

$$h = 0.112 \text{ m}$$

2. Head losses minor pada ball valve (2 pcs):

$$h = nK \frac{v^2}{2g}$$

$$h = 2 \times 0.05 \frac{1.22^2}{2 \times 10}$$

$$h = 0.1 \frac{1.488}{20}$$

$$h = 0.007 \text{ m}$$

3. *Head losses* minor pada *union coupling* (2 pcs):

$$h = nK \frac{v^2}{2g}$$

$$h = 2 \times 0.08 \frac{1.22^2}{2 \times 10}$$

$$h = 0.16 \frac{1.488}{20}$$

$$h = 0.012m$$

4. *Head losses* minor pada aliran masuk (*entrance*)

$$h = nK \frac{v^2}{2g}$$

$$h = 1 \times 0.5 \frac{1.22^2}{2 \times 10}$$

$$h = 0.5 \frac{1.488}{20}$$

$$h = 0.037$$

5. *Head losses* minor pada aliran keluar (*exit*)

$$h = nK \frac{v^2}{2g}$$

$$h = 1 \times 1 \frac{1.22^2}{2 \times 10}$$

$$h = 1 \frac{1.488}{20}$$

$$h = 0.074$$

Jadi total dari *head losses* minor yaitu:

$$h_{lf} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$$

$$h_{lf} = 0.112 + 0.007 + 0.012 + 0.037 + 0.074$$

$$h_{lf} = 0.242m$$

jadi *head loss* total nya yaitu:

$$h_l = h_f + h_{lf}$$

$$h_l = 0.229 + 0.242$$

$$h_l = 0.471 m$$

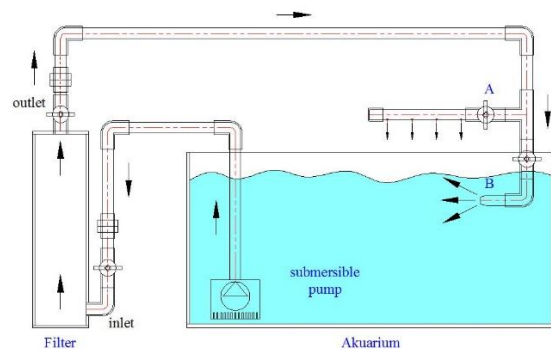
Jadi sisa *head* pada rangkaian filter adalah

$$\begin{aligned} \text{Total Head} &= h_1 - h_l \\ &= 1.6 - 0.471 \\ &= \underline{1.129 m} \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian *head* total pada kenyataan hanya sekitar 0.935m, beda dengan perhitungan teori, hal ini bisa terjadi karena factor-faktor berikut:

1. Spesifikasi pompa tidak akurat, atau *head* pompa yang tertulis pada spesifikasi adalah maksimum.
2. Koefisien kerugian yang berbeda karena instalasi sambungan pipa yang kurang baik.
3. Adanya selisih pada pengambilan data.

Pada filter sistem *reverse flow* ini yang dapat diamati adalah hasil dari penyaringannya. Pada pengujian filter *reverse flow*, pompa dihidupkan 2 jam di sebuah akuarium ber ukuran 75x35x35 cm, air baku dalam akuarium di sirkulasi dan di saring oleh filter dengan aliran dari bawah keatas berlawanan dengan gravitasi. Dan hasilnya ada sebagian kotoran yang mengendap di dasar wadah seperti gambar 4.20. Dan pengujian ini membuktikan konsep filter *reverse flow* berfungsi sesuai rencana.



Gambar 18 Pengujian filter *reverse flow* pada akuarium



Gambar 19 Endapan kotoran pada dasar wadah filter

Pada gambar 18 bisa dilihat bahwa filter *reverse flow* dibuat dengan *outlet* bercabang atau multi *outlet*. Cabang A berfungsi sebagai *outlet* curahan air dan cabang B berfungsi sebagai *wave maker*, dan masing-masing cabang di lengkapi *ball valve*, untuk penyetelan aliran pada masing-masing cabang. Pada saat pompa dihidupkan, 2 cabang tersebut bisa berfungsi sesuai perencanaannya. Hanya jika menginginkan arus atau gelombang yang lebih kuat pada cabang *wave maker*, diperlukan pengorbanan pada cabang curahan air, dan sebaliknya.

Pada perancangan ini, wadah filter hanya dirancang untuk bisa diubah ukuran pada ketinggian tabung yang membuat volume tabung bertambah atau berkurang sesuai keinginan. Untuk ukuran diameter wadahnya tidak bisa dirubah. Ukuran wadah dapat di pertinggi atau rendah seperti gambar 21. dengan pemasangan part yang dilengkapi dengan ulir. Pada penyambungan tersebut di perlukan 'O' ring pada sambungannya untuk menghindari kebocoran.



Gambar 20 Part peninggi tabung filter



Gambar 21 Tabung filter di pertinggi

Part peninggi tersebut di buat dari tutup septic PVC 4", yang bagian tutupnya di lubangin dan di sambungkan dibawahnya.

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

1. Merancang sebuah filter akuarium yang mudah perawatan, yaitu dengan konsep *reverse flow*, di mana air baku di saring oleh filter dengan aliran dari bawah ke atas berlawanan dengan gravitasi. Pada pengujian yang telah dilakukan, penyaringan air selama 2 jam pada sebuah akuarium berukuran 75x35x35 cm, dan hasilnya mendapatkan ada sebagian kotoran yang mengendap di dasar wadah filter. Hal ini membuktikan bahwa konsep filter *reverse flow* berfungsi sesuai rencana. Debit aliran air pada filter tersebut adalah 490 l/h, terjadi penurunan 9% pada debit *reverse flow filter*.
2. Merancang filter menjadi multi fungsi, misal multi *outlet*. Jadi aliran *outlet* nya bisa dijadikan *wave maker*, dan *outlet* curahan air. Pada perancangan multi *outlet* di filter *reverse flow* dengan menambahkan *ball valve* di masing-masing cabang, terbukti fungsi *wave maker* dan curahan air bisa berfungsi,



hanya saja untuk aliran arus tidak berjalan maksimal.

3. Merancang filter dengan ukuran wadah yang bisa berubah ukuran sesuai keinginan pemilik. Pada perancangan wadah filter yang ukurannya bisa diubah hanya pada ukuran tinggi tabung nya saja. Ukuran diameternya tidak bisa diubah.

Untuk merubah ketinggian tabung atau wadah filter, di lakukan dengan penyambungan ulir dan pada penyambungan ditambahkan 'O' ring.

## B. Saran

1. Pada saat merakit sebuah filter. Usahakan mendesain filter tersebut dan rencana pemipaannya dahulu, sebelum membeli pompanya. Karena setelah mengetahui bentuk dan rute pipanya. Bisa di hitung kerugian tinggi tekannya, atau *head losses* nya.
2. Pada rancangan ini, penggunaan tutup *septic* PVC 4" pada wadah filter kurang bagus dalam fungsi kedap air, pada perancangan berikutnya bisa digantikan dengan penutup lainnya seperti bentuk tutup yang lancip (*reducer*).
3. Pada rancangan ini, multi fungsi (*wave maker* dan curahan air) tidak begitu maksimal, dikarenakan kekuatan pompa yang tidak mencukupi. Pada perancangan berikutnya bisa di gantikan dengan ukuran pompa yang lebih besar.
4. Penggunaan tutup *septic* PVC yang dimodifikasi untuk part peninggi tabung filter tidak begitu kuat, dikarenakan bagian sambungan modifikasi yang menyatu sangat kecil, pada perancangan berikutnya bisa di gantikan dengan bahan lainnya seperti *socket* drat.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Grist, E. 1999. *Cavitation and the Centrifugal Pump*. Philadelphia : Taylor & Francis.
- [2]. Kusnaedi. 2010. *Mengolah Air Kotor untuk Air Minum*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- [3]. Munson, B. R. dkk. 2005. *Mekanika Fluida*. Edisi Keempat Jilid 2. Jakarta : Erlangga.
- [4]. Prayuda, M. 2016. *Filtrasi Air Limbah*. [www.bangmuvet.com](http://www.bangmuvet.com). Diakses tanggal 04 Juni 2017.
- [5]. Siregar, S. A. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta : Kanisius.
- [6]. Sularso & Tahara, Haruo. 2000. *Pompa dan Kompresor: Pemilihan, Pemakaian, dan Pemeliharaan*. Cetakan Ketujuh. Jakarta : Pradnya Paramita.
- [7]. World Health Organization. 2011. *Buku Panduan Untuk Pemeriksaan Kapal Dan Penerbitan Sertifikat Sanitasi Kapal*. Perancis : World Health Organization.
- [8]. Yudisaputro, Hendra. 2013. *Kerugian Tinggi-Tekan (Head Losses)*. [www.berbagienergi.com](http://www.berbagienergi.com). Diakses tanggal 20 Mei 2017.